

Deney 3: Kirchhoff Akım ve Gerilim Kanunlarını İncelenmesi

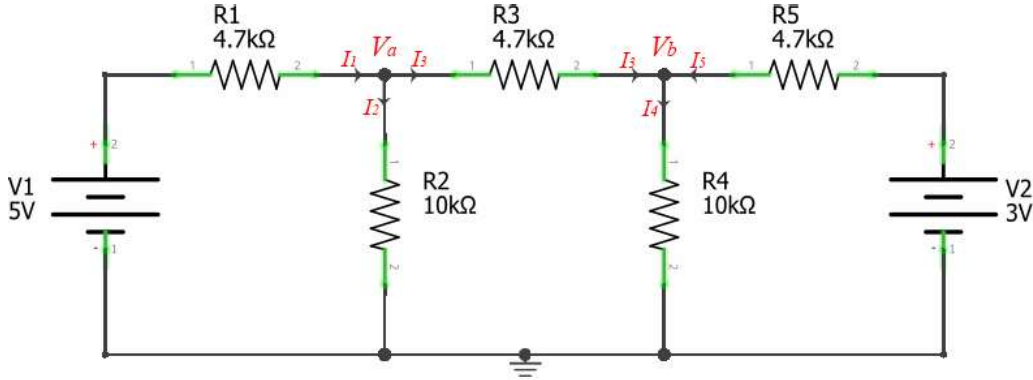
Hedef: Kirchhoff Akım ve Gerilim Yasalarının Anlaşılması, Düğüm Gerilimleri ve Çevre Akımları Yöntemlerinin Kullanılması ve Deneysel Olarak İspatlanması

Gerekli Malzemeler:

- ❖ Güç Kaynağı, Avometre
- ❖ $1k\Omega(x2)$, $4.7k\Omega$, $10k\Omega$

Ön Bilgi:

Kirchhoff Akım Yasası ve Düğüm Gerilimleri Yöntemi: Bir düğüme giren akımların toplamı çıkan akımların toplamına eşittir. Bu yasa kullanılarak düğüm gerilimleri yöntemi ile devre analizi yapılabilir. Örneğin;



Şekil 3.1

Öncelikle düğüm noktaları seçilir. Bir noktanın düğüm noktası olabilmesi için iki veya daha fazla elemanın birleştiği bir nokta olmalıdır. Burada düğüm noktaları V_a ve V_b olarak seçilmiştir. Düğüm noktaları seçildikten sonra bir referans(toprak) gerilimi seçilmelidir. Referans gerilimi genelde en aşağı kısımda gerilim kaynaklarının eksi kutuplarının birleştiği veya çoğunlukta olduğu noktada seçilir.

Düğüm noktası ve referans gerilimi seçildikten sonra her düğüm noktası için giren akımlar çıkan akımlara eşitlenerek düğüm gerilimi elde edilmeye çalışılır.

V_a düğüm noktasına göre denklem yazılırsa;

$$I_1 = I_2 + I_3 \quad (3.1)$$

V_b düğüm noktasına göre denklem yazılırsa;

$$I_3 + I_5 = I_4 \quad (3.2)$$

Her akım potansiyel farklar cinsinden yazılır. Yani bir akımı potansiyeller ile ifade etmek çıktığı düğüm geriliminden girdiği düğüm gerilimi çıkarılır ve akımın geçtiği daldaki dirence bölünür. Yani;

$$I = \frac{V_{\text{çıkış}} - V_{\text{giriş}}}{R_{\text{dal}}}$$

Burada $V_{\text{çıkış}}$ akımın çıktığı, $V_{\text{giriş}}$ ise akımın girdiği düğüm noktanın referans noktasına olan potansiyel farkıdır. Şekil 3.1'e göre referans gerilimimiz toprak(ground) olduğu için 0V alınır. Yukarıdakilere göre I_1 'i yazmak istersek;

$$I_1 = \frac{5V - V_a}{4.7k\Omega} \quad (3.3)$$

Diğer akımlarda gerilim cinsinden yazılırsa;

$$I_2 = \frac{V_a - 0V}{10k\Omega} \quad (3.4)$$

$$I_3 = \frac{V_a - V_b}{4.7k\Omega} \quad (3.5)$$

$$I_4 = \frac{V_b - 0V}{10k\Omega} \quad (3.6)$$

$$I_5 = \frac{3V - V_b}{4.7k\Omega} \quad (3.7)$$

3.1 ve 3.2 denklemlerinde 3.4, 3.5, 3.6 ve 3.7 yerine konursa;

$$\frac{5V - V_a}{4.7k\Omega} = \frac{V_a - 0V}{10k\Omega} + \frac{V_a + V_b}{4.7k\Omega} \quad (3.8)$$

$$\frac{V_a - V_b}{4.7k\Omega} + \frac{3V - V_b}{4.7k\Omega} = \frac{V_b - 0V}{10k\Omega} \quad (3.9)$$

Denklemlerinden V_a ve V_b çekilirse;

$$V_a \cdot \left(\frac{1}{10k\Omega} + \frac{1}{4.7k\Omega} + \frac{1}{4.7k\Omega} \right) - V_b \cdot \left(\frac{1}{4.7k\Omega} \right) = \frac{5V}{4.7k\Omega} \quad (3.10)$$

$$V_a \cdot \left(\frac{1}{4.7k\Omega} \right) - V_b \cdot \left(\frac{1}{10k\Omega} + \frac{1}{4.7k\Omega} + \frac{1}{4.7k\Omega} \right) = -\frac{3V}{4.7k\Omega} \quad (3.11)$$

İki bilinmeyenli denklem çözülürse;

$$V_a = 3.01V$$

$$V_b = 2.43V$$

Olarak bulunur. Bundan sonra V_a ve V_b yerine koyularak tüm akım değerleri hesaplanabilir.

$$I_1 = \frac{5V - V_a}{4.7k\Omega} = 0.424mA$$

$$I_2 = \frac{V_a - 0V}{10k\Omega} = 0.301mA$$

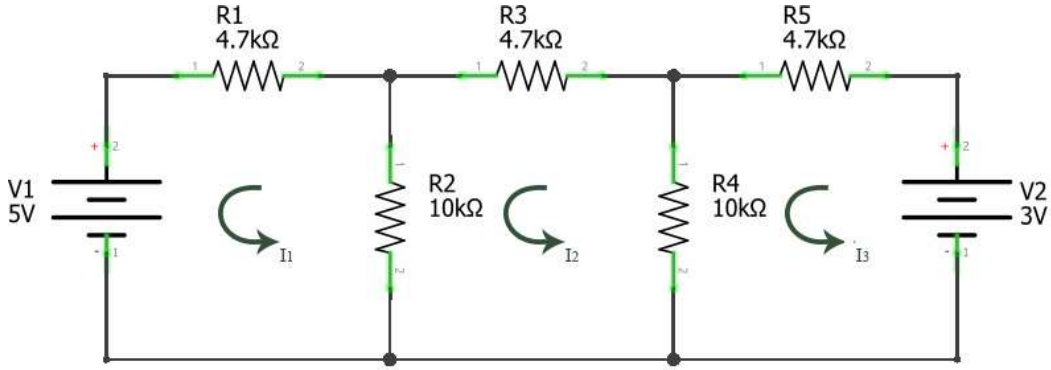
$$I_3 = \frac{V_a - V_b}{4.7k\Omega} = 0.123mA$$

$$I_4 = \frac{V_b - 0V}{10k\Omega} = 0.243mA$$

$$I_5 = \frac{3V - V_b}{4.7k\Omega} = 0.121mA$$

olarak bulunur.

Kirchhoff Gerilim Yasası ve Çevre Akımlar Yöntemi: Kapalı bir göz(çevre, mesh) içerisindeki gerilimler toplamı 0 olmalıdır. Yani bir noktadan çıkıp tüm gerilimleri polaritelerine dikkat edip yazarak aynı noktaya ulaştığımızda gerilimler toplamı sıfıra eşit olmalıdır. Bu kurala Kirchhoff Gerilim Yasası denir. Örneğin;



Şekil 3.2

Önce akım yönleri keyfi olarak seçilir. Ardından tüm elemanların gerilimleri yazılır ve her göz için toplam gerilim 0'a eşitlenir. Gerilimler yazılırken dirençler için akım giren taraf pozitif polarite, gerilim kaynakları içinde akım "+" kutuptan giriyorsa pozitif, "-" kutuptan giriyorsa negatif olarak seçilir. Eğer bir direnç üzerinden iki akım geçiyorsa (yani yan gözle kesişim var ise) referans olarak hesaplanan gözün akımı seçilir ve diğer akım referans akımından çıkarılır ve direnç değeriyle çarpılarak gerilim elde edilir ($V = I \cdot R$).

I_1 için denklem yazılırsa;

$$5V + (I_1 - I_2) \cdot 10k\Omega + I_1 \cdot 4.7k\Omega = 0 \quad (3.12)$$

I_2 için denklem yazılırsa;

$$(I_2 - I_1) \cdot 10k\Omega + (I_2 - I_3) \cdot 10k\Omega + I_2 \cdot 4.7k\Omega = 0 \quad (3.13)$$

I_3 için denklem yazılırsa;

$$(I_3 - I_2) \cdot 10k\Omega - 3V + I_3 \cdot 4.7k\Omega = 0 \quad (3.14)$$

Denklemler düzenlenirse;

$$I_1 \cdot (10k\Omega + 4.7k\Omega) - I_2 \cdot (4.7k\Omega) = -5V \quad (3.15)$$

$$-I_1 \cdot 10k\Omega + I_2 \cdot (10k\Omega + 4.7k\Omega + 10k\Omega) - I_3 \cdot 10k\Omega = 0 \quad (3.16)$$

$$-I_2 \cdot 10k\Omega + I_3 \cdot (10k\Omega + 4.7k\Omega) = 3V \quad (3.17)$$

Denklemleri çözülürse;

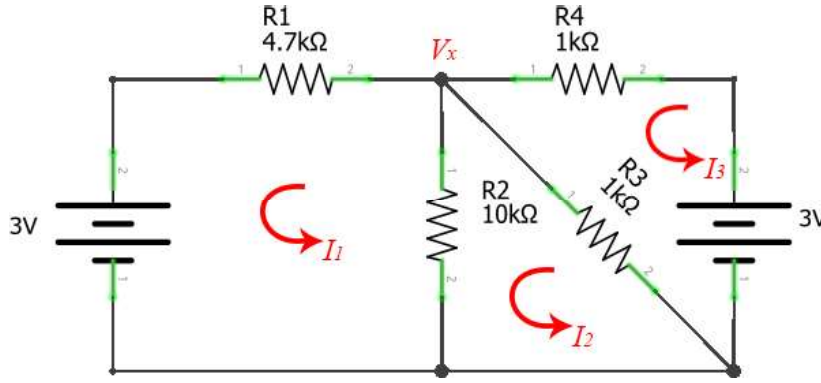
$$I_1 = -0.424mA$$

$$I_2 = -0.123mA$$

$$I_3 = 0.121mA$$

Akımların negatif çıkması seçtiğimiz yönün aksine aktığını belirtir.

Ön Hazırlık Sorular:



Şekil 3.3

- ✓ Şekil 3.3 için V_x düğüm gerilimini ve I_1, I_2, I_3 çevre akımlarını hesaplayınız.
- ✓ Her bir direncin çektiği akımı, üzerine düşen gerilimi ve ısıl gücünü hesaplayınız.

Deneyin Yapılışı:

- ❖ Devreyi breadboard üzerinde kurunuz.
- ❖ Her dal akımını ölçerek Tablo 3.1'i de istenen yere yazınız.
- ❖ Devreyi simülasyon programlarında kurarak Tablo 3.1'de ilgili yerleri doldurunuz.
- ❖ Elde edilen çözümleri karşılaştırınız ve farklı ise sebeplerini belirtiniz.



İstenen Değerler	Ölçüm	Hesap	Benzetim
$I_1(mA)$			
$V_1(V)$			
$P_1(W)$			
$I_2(mA)$			
$V_2(V)$			
$P_2(W)$			
$I_3(mA)$			
$V_3(V)$			
$P_3(W)$			
$I_4(mA)$			
$V_4(V)$			
$P_4(W)$			

Tablo 3.1